

⑪ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

⑪ N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 784 575

⑫ N° d'enregistrement national : 98 12945

⑫ Int Cl<sup>7</sup> : A 61 F 2/16

EP 0 337 390  
EP 0 732 090

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫ Date de dépôt : 15.10.98.

⑫ Priorité :

⑫ Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 21.04.00 Bulletin 00/16.

⑫ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *April 4, 2000*  
Se reporter à la fin du  
présent fascicule

⑫ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑫ Demandeur(s) : MEGAOPTIC GMBH Gesellschaft mit  
beschränkter Haftung — DE.

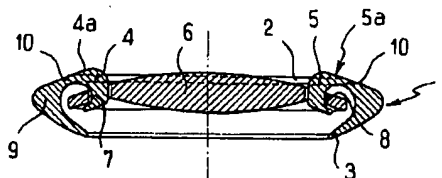
⑫ Inventeur(s) : HANNA KHALIL.

⑫ Titulaire(s) :

⑫ Mandataire(s) : CABINET BOETTCHER.

⑫ IMPLANT INTRAOCULAIRE ACCOMMODATIF.

⑫ L'implant intraoculaire accommodatif comprend une  
lentille avec une partie optique centrale et une partie péri-  
phérique de maintien de celle-ci dans le sac capsulaire. La  
partie périphérique est une pièce (1) annulaire élastique-  
ment déformable en forme de gouttière ouverte vers l'inté-  
rieur avec une aile postérieure (3) au contact de la paroi  
postérieure et une aile antérieure (2) au contact de la partie  
périphérique restante de la paroi antérieure du sac capsu-  
laire, l'aile antérieure (2) comportant au moins deux pattes  
(4 et 5) en forme de crochets en saillie radiale du bord de  
l'aile. La partie optique est quant à elle une lentille (6) en  
forme de disque comportant au moins deux ouvertures (7 et 8)  
dans sa zone périphérique au moyen desquelles elle est  
maintenue par les crochets (4, 5) de la pièce annulaire (1).  
Application à l'ophtalmologie.



FR 2 784 575 - A1

PTO 2003-159

S.T.I.C. Translations Branch



IDS

La présente invention concerne un implant intraoculaire destiné à être implanté au lieu et place du cristallin naturel à la suite d'une opération de la cataracte.

5 L'accommodation est le processus par lequel l'oeil met au point sur les objets rapprochés au moyen d'une déformation contrôlée et d'une augmentation de la courbure des surfaces du cristallin. Le mécanisme d'accommodation parvient de la contraction du muscle ciliaire qui  
10 relâche les tensions de la zonule et permet au cristallin de prendre une forme plus ronde. A l'inverse, lorsque l'oeil met au point à l'infini, le muscle ciliaire est relâché, la zonule est sous tension et la lentille est sous une contrainte maximale prenant ainsi une forme plus plate.  
15 Tous les individus perdent leur aptitude à accommoder généralement au cours de la cinquantaine et doivent porter des verres correcteurs pour lire ou pour des travaux rapprochés, ceci étant appelé la presbytie.

La presbytie est due à plusieurs facteurs,  
20 notamment au changement de toutes les composantes de l'appareil accommodatif : durcissement du matériau formant le cristallin qui fait que ce cristallin est moins déformable et changement dans sa géométrie produit par la croissance continue du cristallin. Ces changements comptent pour  
25 une grande part dans la réduction de l'accommodation avec l'âge et la survenance de la presbytie.

L'opacification du cristallin est appelée cataracte ; cela conduit à la perte de la vision. La cause la plus commune de la cataracte est l'âge. L'opération de la  
30 cataracte avec implantation d'une lentille intraoculaire en polymère est la procédure chirurgicale la plus commune. La lentille opaque est retirée au travers d'une ouverture circulaire et centrale sur la capsule antérieure appelée capsulorhexis. L'ouverture est habituellement de cinq à six  
35 millimètres en diamètre et commence environ à deux millimè-

tres de l'insertion antérieure de la zonule. La phacoémul-  
sification est le procédé par lequel on fragmente par  
ultrasons le matériau cristallinien qui est ensuite retiré  
par aspiration. Une lentille synthétique en polyméthylméta-  
5 crilate (PMMA) ou souple et pliable en polymère acrylique  
ou à base de silicone est ensuite insérée à l'intérieur du  
sac capsulaire. La puissance optique de la lentille  
intraoculaire est généralement choisie pour minimiser la  
déficience réfractive post-opératoire du patient mais le  
10 pouvoir de mise au point de la lentille est fixe, ce qui ne  
permet pas d'obtenir une accommodation.

De nombreux essais ont été tentés pour restaurer  
au moins partiellement l'aptitude à l'accommodation avec  
une lentille intraoculaire. C'est ainsi que le document US  
15 5 607 472 propose une lentille en au moins deux parties,  
une première partie postérieure apportant la principale  
fraction de puissance optique à la lentille portant devant  
elle une seconde partie déformable qui est reliée au centre  
à la première partie et qui est reliée en périphérie au  
20 bord de l'ouverture de capsulorhexis. Outre le fait que  
cette lentille est complexe, la liaison de la seconde  
partie au bord de l'ouverture de la paroi antérieure du sac  
capsulaire est loin d'être pratiquée avec succès.

La société allemande MORCHER a proposé une  
25 lentille intraoculaire qui est implantée dans le sac  
capsulaire. Cette lentille comprend une partie optique  
centrale d'environ cinq millimètres et demi entourée par  
une jupe fine s'étendant vers l'arrière de la partie  
optique avec des orifices, cette jupe étant bordée par un  
30 anneau de renforcement circulaire avec des encoches. Le  
diamètre total de cet implant est de dix millimètres. Cet  
implant porte contre la partie interne périphérique de la  
capsule antérieure. Ainsi, quand la zonule, par l'intermé-  
diaire du muscle auxiliaire, exerce une tension sur la  
35 circonférence du sac capsulaire, la lentille est déplacée

vers l'arrière, ce qui change la réfraction de l'oeil. L'évaluation clinique de cette technique a fait apparaître que les modifications du pouvoir réfractif de l'oeil sont limitées. En plus de cette possibilité limitée d'accommoder, la procédure d'implantation demande une incision plus longue que celle nécessaire à implanter des lentilles pliables non accommodatives.

Pour pallier l'inconvénient des lentilles accommodatives existantes qui résident principalement dans le fait qu'il convient de pratiquer une incision large dans la cornée pour pouvoir introduire une telle lentille dont le diamètre extérieur et souvent voisin de dix millimètres, la présente invention met en oeuvre une lentille en deux parties à savoir un tendeur capsulaire qui supporte une partie optique l'un et l'autre étant introduit successivement dans le sac capsulaire.

Plus précisément l'invention a pour objet un implant intraoculaire accommodatif comprenant une lentille avec une partie optique centrale et une partie périphérique de maintien de celle-ci dans le sac capsulaire et de transmission à la partie optique des forces et déplacements de la partie équatoriale du sac capsulaire résultant du changement d'état du muscle ciliaire. Selon l'invention, la partie périphérique est une pièce annulaire en forme de gouttière ouverte vers l'intérieur avec une aile postérieure au contact de la paroi postérieure et une aile antérieure au contact de la partie périphérique restante de la paroi antérieure du sac capsulaire, l'aile antérieure comportant au moins deux pattes en forme de crochets en saillie radiale du bord de l'aile. La partie optique est quant à elle une pièce en forme de disque comportant au moins deux ouvertures dans sa zone périphérique au moyen desquelles elle est suspendue à la pièce annulaire.

La pièce annulaire qui, à l'état normal, est de grand diamètre, peut être pliée dans un faible encombrement

afin de pouvoir être introduite au travers d'une incision cornéenne de longueur limitée. La partie optique est alors un implant de diamètre beaucoup plus réduit (de l'ordre de sept millimètres) qui peut être également introduit plié au  
5 travers de cette petite incision cornéenne.

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, l'aile antérieure de la partie annulaire comporte au voisinage de sa racine une zone annulaire de flexibilité augmentée. Cette zone peut être réalisée par un amincissement de la paroi de l'aile à cet endroit. On comprend  
10 qu'ainsi la partie optique est suspendue à une aile qui est facilement mobile à la manière d'un levier transformant en déplacements les déformations de la partie équatoriale du sac capsulaire dues aux forces qu'elle subit de la part de  
15 la zonule. Elles jouent alors le rôle d'un levier qui, lorsque le sac capsulaire est soumis à la tension de la zonule (vision de loin), repousse la pièce centrale optique vers l'arrière, modifiant ainsi la puissance réfractive de  
20 l'oeil dans le sens d'une diminution permettant une mise au point à l'infini. En revanche, lorsque le muscle ciliaire est contracté, c'est-à-dire lorsque la zonule est relâchée, la partie équatoriale du sac capsulaire tend à se rétrécir en diamètre par son élasticité propre, ce qui force la  
25 gouttière à s'ouvrir, et notamment l'aile antérieure à remonter vers la cornée tirant ainsi vers l'avant de l'oeil la partie optique de la lentille dans le sens d'une augmentation de la puissance réfractive du système. Il s'agit alors de l'accommodation pour mettre au point sur des objets proches.

30 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description d'un de ses modes de réalisation donnés ci-après à titre d'exemples non limitatifs.

Il sera fait référence aux dessins annexés parmi  
35 lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe d'un implant conforme à l'invention,

- la figure 2 est une vue extérieure en perspective de la partie optique de l'implant,

5       - la figure 3 est une vue en perspective de la pièce annulaire extérieure de l'implant formant tendeur du sac capsulaire,

      - les figures 4 et 5 illustrent en coupe partielle, les deux états de l'implant lors de la vision de  
10 près (figure 4) et lors de la vision de loin (figure 5).

L'implant selon l'invention représenté aux figures 1 à 3 comporte deux pièces. Une première pièce extérieure annulaire 1 dont la section est en forme de gouttière ouverte vers l'intérieur, qui possède une aile  
15 antérieure 2 et une aile postérieure 3. L'aile antérieure 2 possède deux pattes 4 et 5, dans le cas de figure diamétralement opposées, qui font saillie à l'intérieur du bord de cette aile et qui sont conformées en crochets à l'intérieur du volume de la gouttière. Ces crochets 4 et 5  
20 sont destinés à retenir la partie optique de l'implant. Cette partie optique est formée par une pièce 6 en forme de disque, ici biconvexe, séparée de la pièce annulaire 1. Cette pièce 6 possède deux orifices 7 et 8 traversants dans lesquels peuvent être librement logés les crochets 4 et 5.  
25 On notera à ce propos que la forme intérieure des crochets est telle qu'elle empêche pratiquement tout mouvement du disque optique par rapport aux crochets le long de l'axe optique de sorte qu'un déplacement des crochets dont une composante s'étend parallèlement à cet axe entraîne un  
30 déplacement correspondant du disque optique. Dans le cas représenté, la forme intérieure des crochets 4 et 6 est anguleuse pour former des butées à la partie du disque extérieure aux orifices 7 et 8 qui est logée à l'intérieur du crochet. On notera que le diamètre extérieur de la pièce  
35 6, de l'ordre de sept millimètres, est supérieur au

diamètre du bord des ailes 2 et 3, de sorte que lorsque la pièce 6 est logée à l'intérieur de la gouttière, elle ne peut spontanément s'en échapper. Les diamètres des bords des ailes 2 et 3 ne sont pas égaux, le diamètre le plus grand étant celui du bord de l'aile antérieure 2.

Le fond de la gouttière 1, c'est-à-dire la partie qui relie les deux ailes et qui a le diamètre extérieur maximal (de neuf millimètres et demi à dix millimètres, diamètre qui correspond au diamètre équatorial du sac capsulaire d'un homme d'une trentaine d'années), est d'une épaisseur plus importante que celle qui constitue les ailes 2 et 3. Le choix de cette dimension (9,5-10mm) permet de prendre en compte le fait qu'au moment de l'opération, le patient étant en général âgé de 60 ans au moins, la lentille cristallinienne est d'un volume accru par rapport à celui qu'elle avait lorsque le patient était plus jeune. Le remplacement dans le sac capsulaire du matériau cristallinien par l'implant selon l'invention, donc de diamètre équatorial plus petit que celui du sac au moment de l'opération, laisse au sac la possibilité de se rétracter partiellement sur l'anneau. La conséquence de cette rétraction réside dans une diminution du relâchement des fibres zonulaires que le grossissement du cristallin naturel avait causé. Il s'ensuit que les changements d'état du muscle ciliaire sont mieux transmis à la partie équatoriale du sac capsulaire. En d'autres termes la diminution de ce relâchement permet de transmettre à la capsule une plus grande partie de l'amplitude du déplacement du muscle ciliaire que celle transmissible à la capsule naturelle qui avait grossi.

La mise en place de l'implant selon l'invention à l'intérieur du sac capsulaire consiste à replier sur elle-même la pièce annulaire 1 de manière à en réduire l'encombrement en section afin de pouvoir l'introduire dans le sac capsulaire par l'intermédiaire d'une incision

cornéenne de faible longueur. Une fois la pièce 1 mise en place dans le sac du fait de son élasticité propre, celle-ci forme un élément de maintien de ce sac pour ajuster son diamètre équatorial à une valeur proche de celle que le cristallin avait lorsque le patient était âgé d'une trentaine d'années. Fixer le diamètre équatorial du sac capsulaire à cette dimension, c'est-à-dire limiter sa rétraction partielle, c'est le placer dans une situation optimale pour bénéficier de l'amplitude maximale des mouvements du muscle ciliaire transmis à ce sac par la zonule, comme expliqué ci-dessus. Pour obtenir ce résultat, on aura choisi une dimension de pièce 1 adéquate, à partir d'une mesure préopératoire du diamètre équatorial du cristallin (par une méthode connue, par exemple par ultrason) à laquelle on aura soustrait entre 0,5 et 0,75 mm pour déterminer le diamètre extérieur de la pièce 1 qui convient.

On met ensuite en place la partie optique 6 en l'introduisant dans la gouttière 1 et, au moyen d'un outil spécial, en forçant les crochets 4 et 5 à l'intérieur des orifices 7 et 8.

Bien entendu les parties 1 et 6 de l'implant sont dans un matériau souple et pliable connu en lui-même tel qu'un polymère acrylique ou à base de silicone. On aura remarqué aux figures 1 et 3 que le dos 4a et 5a des crochets 4 et 5 est dans le prolongement de la surface extérieure de l'aile antérieure 2. Les crochets peuvent donc ainsi épouser parfaitement ce qui reste de la paroi antérieure du sac capsulaire. On aura également remarqué que la zone de liaison des crochets à l'aile 2 s'effectue par une partie de faible épaisseur qui constitue une sorte de pseudo-articulation des crochets par rapport à la pièce annulaire 1. Cette zone repérée 10 à la figure 1 et 11 aux figures 4 et 5. Dans le mode de réalisation des figures 4 et 5, on a illustré l'effet de levier amplificateur de



mouvement joué par les crochets 4 et 5 lors d'une tension des fibres zonulaires 13.

La figure 4 est une vue en coupe partielle de l'implant selon l'invention mis en place dans le sac capsulaire 12, à l'état d'accommodation c'est-à-dire dans sa forme prise sous l'effet de la rétraction élastique de la zone équatoriale du sac capsulaire du fait que la zonule 13 est relâchée (muscle ciliaire contracté).

A la figure 5 on a représenté l'état pris par l'implant de l'invention lorsque le muscle ciliaire est relâché, c'est-à-dire que la zonule 13 est tendue, cette tension ayant pour effet d'aplatir la zone équatoriale du sac capsulaire 12, cet aplatissement provoquant un pivotement vers l'intérieur de la gouttière des crochets 4 et 5 autour de la zone de grande flexibilité 11. On comprend que dans cet état la partie optique 6 de l'implant se trouve repoussée vers l'arrière de l'oeil, ce qui affecte la puissance globale du système dans le sens d'une diminution, ce qui est le cas lors d'une accommodation à l'infini.

L'invention peut prendre d'autres formes de réalisation. Par exemple, on peut mettre en place plus de deux crochets (trois ou quatre) de suspension de la pièce optique dans la pièce annulaire.

REVENDICATIONS

1. Implant intraoculaire accommodatif comprenant une partie optique centrale et une partie périphérique de maintien de celle-ci dans le sac capsulaire et de transmission à la partie optique des forces et déplacements de la partie équatoriale du sac capsulaire résultant des changements d'état du muscle ciliaire, caractérisé en ce que la partie périphérique est une pièce (1) annulaire en matériau élastiquement déformable en forme de gouttière ouverte vers l'intérieur avec une aile postérieure (3) au contact de la paroi postérieure et une aile antérieure (2) au contact de la partie périphérique restante de la paroi antérieure du sac capsulaire, en ce que l'aile antérieure (2) comporte au moins deux pattes (4 et 5) en forme de crochets en saillie radiale du bord de l'aile et en ce que la partie optique est quant à elle une lentille (6) en forme de disque comportant au moins deux ouvertures (7 et 8) dans sa zone périphérique au moyen desquelles elle est maintenue par les crochets (4, 5) de la pièce annulaire (1).

2. Implant intraoculaire selon la revendication 1, caractérisé en ce que la zone de raccordement (11) de chaque crochet (4, 5) à l'aile antérieure est de flexibilité augmentée.

3. Implant selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que le dos (4a, 5a) de chaque crochet (4, 5) est situé dans le prolongement de la face externe de l'aile antérieure (2).

4. Implant selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque crochet (4, 5) coopère avec la lentille sans jeu dans la direction de l'axe optique de l'implant.

5. Implant selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la partie de liaison (9) des deux ailes de la pièce annulaire est d'épaisseur supérieure à la plus grande épaisseur de chacune des ailes.

6. Implant selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le diamètre de la lentille (6) est inférieur au diamètre équatorial interne de la pièce annulaire (1) et est supérieur au diamètre du bord de  
5 chaque aile (2, 3).

PTO 2003-159

FRENCH  
2,784,575 A1

ACCOMMODATIVE INTRA-OCULAR IMPLANT  
[IMPLANT INTRAOCULAIRE ACCOMMODATIF]

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
Washington, D.C. OCTOBER, 2002

Translated by: Schreiber Translations, Inc.

<u>Country</u>	:	FRANCE
<u>Document No.</u>	:	2,784,575
<u>Document Type</u>	:	French patent application
<u>Language</u>	:	French
<u>Inventor</u>	:	Hanna Khalil
<u>Applicant</u>	:	Megaoptic GMBH
<u>IPC</u>	:	A 61 F 2/16
<u>Application Date</u>	:	19981015
<u>Publication Date</u>	:	210400
<u>Foreign Language Title</u>	:	Implant intraoculaire accommodatif
<u>English Title</u>	:	Accommodative intra-ocular implant

## Accommodative intra-ocular implant

Abstract

The accommodative intra-ocular implant includes a lens with a central optical part and a peripheral support part of the latter in the capsular sac. The peripheral part is an elastically deformable annular part (1) in the shape of a gutter open to the interior with a posterior flange (3) at the contact of the posterior wall and an anterior flange (2) at the contact of the remaining peripheral part of the anterior wall of the capsular sac, the anterior flange (2) including at least two attachment points or hooks (4 and 5) in the shape of hooks projecting radially from the edge of the flange. The optical part is a lens (6) in the shape of a disk that includes at least two openings (7 and 8) in its peripheral zone by means of which it is held by the hooks (4, 5) of the annular part (1).

It has applications in ophthalmology.

The present invention pertains to an intra-ocular implant intended to be implanted instead of and at the site of the natural crystalline lens subsequent to a cataract operation.

---

<sup>1</sup> Numbers in the margin indicate pagination in the foreign text.

Accommodation is the process by which the eye focuses on near objects by means of a controlled deformation and an increase of the curvature of the crystalline lens surfaces. The accommodation mechanism manages contraction of the ciliary muscle that relaxes the tensions of the zonule of Zinn and let the crystalline lens assume a rounder shape. Inversely, when the eye focuses on infinity, the ciliary muscle is relaxed, the zonule of Zinn is under tension and the lens is under maximum constraint thus assuming a flatter shape. All individuals lose their ability to accommodate generally at the age of fifty and must wear corrective glasses to read or for close work, this condition being called presbyopia.

Opacification of the crystalline lens is called a cataract; this condition leads to the loss of vision. The most frequent cause of cataract is age. The cataract operation with implantation of an intra-ocular lens made of polymer material is the most common surgical procedure. The opaque lens is removed through a circular and central opening on the anterior capsule called capsulorhexis. The opening is traditionally from five to six millimeters in diameter and begins at about two millimeters from the anterior insertion from the zonule of Zinn. The phacoemulsification is the process by which one breaks up the crystalline lens material by ultrasound that is then withdrawn by aspiration. A synthetic lens made of polymethylmethacrylate

(PMMA), a flexible and pliable one made of acrylic polymer or one based on silicone is then inserted in the interior of the capsular sac. The optical power of the intra-ocular lens is generally chosen to minimize the post-operative refractive deficiency of the patient but the power of focusing the lens is fixed, which does not allow one to obtain accommodation.

Many experiments have been carried out in an attempt to restore at least partially the ability for accommodation with an intra-ocular lens. It was for this reason that the US document 5,607,472 proposed a lens with at least two parts, a first posterior part contributing the main fraction of optical power to the lens carrying in front of it a second deformable part that is connected to the center of the first part and that is connected on the periphery to the edge of the capsulorhexis opening. In addition to the fact that this lens is complex, the connection of the second part to the edge of the opening of the anterior wall of the capsular sac is far from being achieved successfully.

The German company Morcher has proposed an intra-ocular lens that is implanted in the capsular sac. This lens includes a central optical part of about five millimeters and half surrounded by a thin skirt that stretches toward the rear of the optical part with some openings, this skirt being bordered by a ring of circular reinforcement with some notches. The total diameter of this implant is about ten millimeters. This implant



bears against the peripheral internal part of the anterior capsule. Thus, when the zonule of Zinn, through the intermediary of the auxiliary muscle, exerts tension on the circumference of the capsular sac, the lens is displaced toward the rear, which changes the refraction of the eye. /3

The clinical evaluation of this technique makes it appear that the modifications of the refractive power of the eye are limited. In addition to this limited possibility of accommodation, the implantation procedure requires a longer incision than the one necessary to implant non-accommodative pliable lenses.

In order to overcome the disadvantage of the existing accommodative lenses that lies mainly in the fact that it is appropriate to make a wide incision in the cornea in order to be able to introduce such a lens whose external diameter is frequently in the vicinity of ten millimeters, the present invention makes use of a lens (in two parts) that is actually a capsular tension rod that results from a change of condition of the ciliary muscle. According to the invention the peripheral part is an annular part in the shape of a gutter open to the interior with a posterior flange in contact with the posterior wall and an anterior flange in contact with the remaining peripheral part of the anterior wall of the capsular sac, the anterior flange including at least two attachment points in the shape of hooks with radial projection away from the edge of the



flange. The optical part is a part in the shape of a disk that includes at least two openings in its peripheral zone by the means of which it is suspended from the annular part.

The annular part that, in the normal state, has a large diameter, can be folded into a small obstruction so that it can be inserted through a corneal incision of limited length.

/4

The optical part is then an implant of greatly reduced diameter (on the order of seven millimeters) that can also be inserted folded through this small corneal incision.

In one preferred mode of implementation of the invention, the anterior flange of the annular part includes in the vicinity of its root an annular zone with increased flexibility. This zone can be made by a thinning of the wall of the flange in this location. One can see that since the optical part is suspended to a flange that is easily mobile in the manner of a lever that converts by gradual displacement the deformations of the equatorial part of the capsular sac due to the forces that it undergoes on the side of the zonule of Zinn. They then play the role of a lever that, when the capsular sac is subjected to the tension of the zonule of Zinn (far-sightedness), pushes back the optical central part toward the rear, thereby modifying the refractive power of the eye in the direction of a decrease that allows focusing on infinity. On the other hand, when the ciliary

muscle is contracted, that is when the zonule of Zinn is relaxed, the equatorial part of the capsular sac tends to contract in diameter because of its own elasticity, which forces the gutter to open, and in particular the anterior flange to rise toward the cornea thus pulling toward the front of the eye the optical part of the lens in the direction of an increase of refractive power of the system. It then involves accommodation in order to focus on near objects.

Other characteristics and advantages of the invention will be apparent from the description of one of its modes of implementation that are given here as non-limiting examples.

We shall make reference to the attached drawings among which:           /5

- Figure 1 is a sectional view of on implant in conformity with the invention;
- Figure 2 is a exterior perspective view of the optical part of the implant;
- Figure 3 is a perspective view of the exterior annular part of the implant that forms a tension rod of the capsular sac;
- Figures 4 and 5 show in partial sectional view the two states of the implant during close vision (figure 4) and during var vision (figure 5).

The implant according to the invention shown in figures 1 to 3 includes two parts. The first exterior annular part 1 whose section is in the shape of a gutter open toward the interior, which has an anterior flange 2 and a posterior flange 3. The anterior flange 2 has two attachment points 4 and 5, in the case of diametrically opposite figures, which project to the interior of the edge of this flange and which are shaped like hooks to the interior of the space of the gutter. These hooks 4 and 5 are intended to hold the optical part of the implant. This optical part is formed by a part 6 in the shape of a disk, biconvex in this case, separated from the annular part 1. This part 6 has two openings 7 and 8 that pass through in which the hooks 4 and 5 can be freely housed. One should note in this situation that the interior shape of the hooks is such that it practically prevents any movement of the optical disk with respect to the hooks along the optical axis so that a displacement of the hooks, of which one component extends parallel to this axis, causes a corresponding displacement of the optical disk. In the case shown here, the interior shape of the hooks 4 and 6 is angular in order to form some stops in the part of the external disk with openings 7 and 8 that is housed inside the hook. One should note that the external diameter of the part 6, on the order of seven millimeters, is greater than the diameter of the edge of the

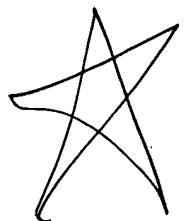
flanges 2 and 3, so that when the part 6 is housed inside the gutter, /6

it cannot spontaneously escape from it. The diameters of the edges of the flanges 2 and 3 are not equal, the larger diameter being that of the edge of the anterior flange 2.

The base of the gutter 1, that is the part that connects the two flanges and that has the maximal external diameter (about nine and one half millimeters to ten millimeters, a diameter that corresponds to the equatorial diameter of the capsular sac of a thirty year-old man), has a greater thickness than the one comprising the flanges 2 and 3. The choice of this dimension (9.5-10 mm) lets one take into account the fact that at the time of the operation, the patient being generally at least 60 years of age, the crystalline lens has an increased volume with respect to the one that it had when the patient was younger. The replacement in the capsular sac of the crystalline lens material by the implant according to the invention, therefore with smaller equatorial diameter than that of the sac at the time of the operation, gives the sac the possibility of contracting partially on the ring. The consequence of this retraction lies in a decrease of the relaxation of the zonular fibers that the enlargement of the natural crystalline lens had caused. It then happens that the changes of condition of the ciliary muscle are transmitted better to the equatorial part of the capsular sac.

In other words the reduction of this relaxation allows one to transmit to the capsule a greater part of the amplitude of the displacement of the ciliary muscle than that transmitted to the natural capsule that had enlarged.

The positioning of the implant according to the invention inside the capsular sac consists in folding back on itself the annular part 1 in such a manner as to reduce its sectional crowding in order to be able to insert it in the capsular sac through the intermediary of a corneal /7 incision of short length. Once the part 1 is in position in the sac because of its own inherent elasticity, the latter forms a support element of this sac in order to adjust its equatorial diameter to a value near that which the crystalline lens had when the patient was about thirty years old. Adapting the equatorial diameter of the capsular sac to this dimension, that is limiting its partial retraction, means to place it in an optimal situation to benefit from the maximal amplitude of the movements of the ciliary muscle transmitted to this sac by the zonule of Zinn, as explained earlier. In order to obtain this result, one will have chosen a dimension of the part 1 that is adequate, from a pre-operative measurement of the equatorial diameter of the crystalline lens (by a known method, by ultrasound for example) from which one would subtract between 0.5 and 0.75 mm to



determine the external diameter of the part 1 that is appropriate.

Next one positions the optical part 6 by inserting it in the gutter 1 and, by means of a special tool, forcing the hooks 4 and 5 to the inside of the openings 7 and 8.

Of course the parts 1 and 6 of the implant are made of a well-known flexible and pliable material such as an acrylic polymer or having a silicone base. One will have noted in figures 1 and 3 that the dorsal sections 4a and 5a of the hooks 4 and 5 is in the extended section of the external surface of the anterior flange 2. The hooks can therefore match perfectly the remaining part of the anterior wall of the capsular sac. One will also have noticed that the connection area of the hooks to the flange 2 is accomplished by a part of small thickness that comprises a kind of pseudo-articulation of the hooks with respect to the annular part 1. This area carries the reference numbers 10 in figure 1 and 11 in the figures 4 and 5. In the mode of implementation of figures 4 and 5 we have shown the movement amplifying effect of the lever played by the hooks 4 and 5 during tension of the zonule fibers 13.

Figure 4 is a partial sectional view of the implant according to the invention put in position in the capsular sac 12, being accommodative for it, that is in its assumed for due to the effect of the elastic retraction of the equatorial zone of



annular part 1 } flexible and pliable  
optical part 6 }

the capsular sac because the zonule of Zinn 13 is relaxed (contracted ciliary muscle).

In figure 5 we have shown the state taken by the implant of the invention when the ciliary muscle is relaxed, that is as the zonule of Zinn 13 is relaxed, this tension having the effect of flattening the equatorial zone of the capsular sac 12, this flattening causing a pivoting toward the interior of the gutter of the hooks 4 and 5 around the area with great flexibility 11. One can see that in this state the optical part 6 of the implant is found pushed back toward the rear of the eye, which affects the total power of the system toward a reduction, which is the case during accommodation for infinity.

The invention can assume other forms of implementation. For example, one can place in position more than two suspension hooks (three or four) of the optical part in the annular piece.

#### CLAIMS

1. Accommodative intra-ocular implant that includes a central optical part and a peripheral support part of the latter in the capsular sac and of transmission to the optical part of forces and displacements of the equatorial part of the capsular sac resulting from the changes of state of the ciliary muscle, characterized in that the peripheral part is an annular piece (1) made of an elastically deformable material in the shape of a gutter open to the inside with a posterior flange (3) in contact



with the posterior wall and an anterior flange (2) in contact with the remaining peripheral part of the anterior wall of the capsular sac, in that the anterior flange (2) includes at least two attachment points (4 and 5) in the shape of hooks that project radially from the edge of the flange and in that the optical part is actually a lens (6) in the shape of a disk that includes at least two openings (7 and 8) in its peripheral area by means of which it is held by the hooks (4 and 5) of the annular piece (1).

2. Intra-ocular implant according to claim 1 characterized in that the connection zone (11) of each hook (4, 5) to the anterior flange has increased flexibility.

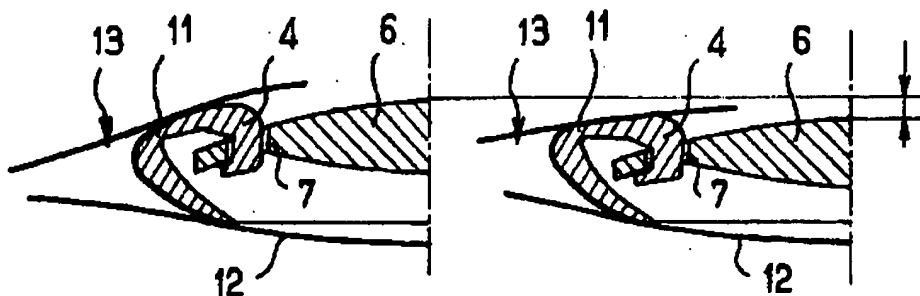
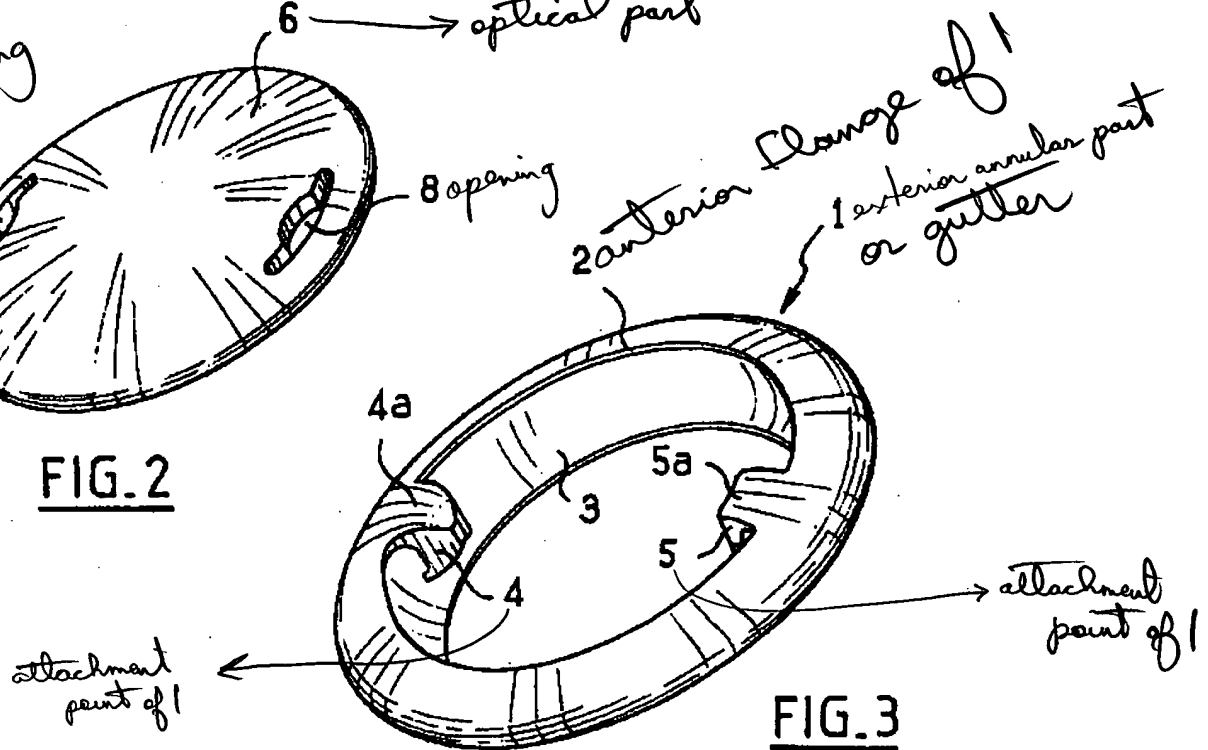
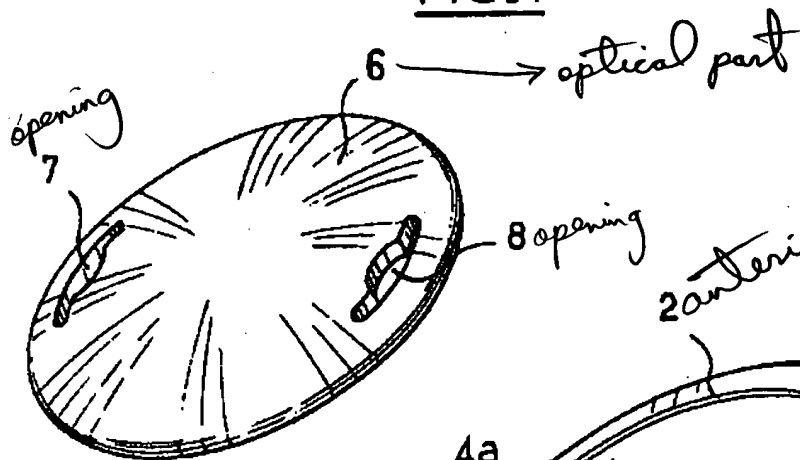
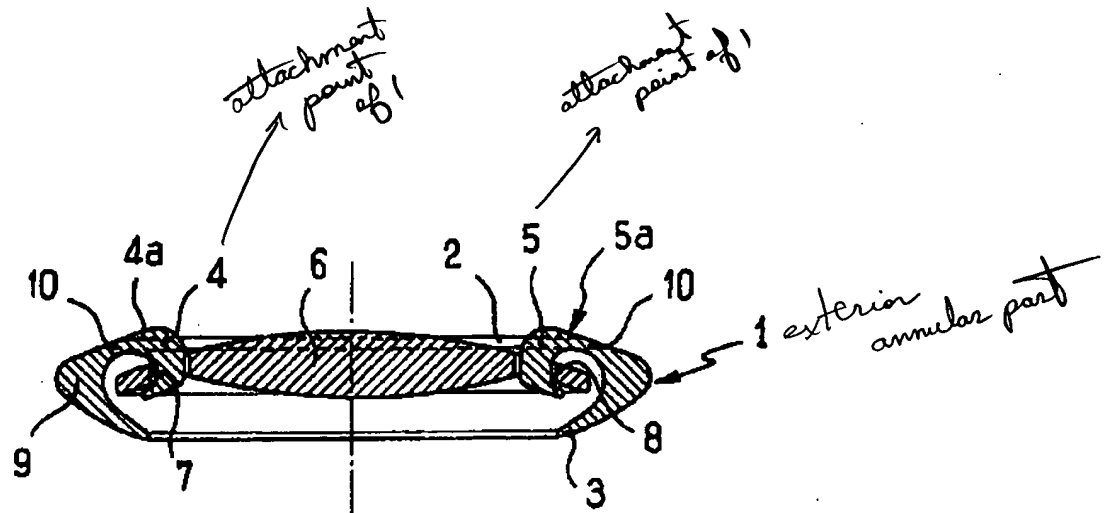
3. Implant according to claim 1 or claim 2 characterized in that the dorsal part (4a, 5a) of each hook (4, 5) is located in the extended area of the external side of the anterior flange (2).

4. Implant according to one of the preceding claims characterized in that each hook (4,5) works together with the lens without any play in the direction of the optical axis of the implant.

5. Implant according to one of the preceding claims characterized in that the connection part (9) of the two flanges of the annular piece has a thickness greater than the greatest thickness of each of the flanges.

6. Implant according to one of the preceding claims characterized in that the diameter of the lens (6) is less than the internal

equatorial diameter of the annular piece (1) and is greater than the diameter of the edge of each flange (2,3).



Optical part = 7 mm in diameter

**INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE**

# RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 563655  
FR 9812945

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	EP 0 337 390 A (CESKOSLOVENKA AKADEMIE) 18 octobre 1989 * abrégé *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)  A61F
A	EP 0 732 090 A (D.W. LANGERMAN) 18 septembre 1996 * abrégé *	1	
A	FR 2 681 524 A (M.N.A.O.) 26 mars 1993 * colonne 5, ligne 12 - ligne 31; figure 4 *	1	
A	US 4 892 543 A (D.F. TURLEY) 9 janvier 1990 * colonne 3, ligne 43 - ligne 57; figures 2,3 *	1	
A	US 5 814 103 A (I. LIPSHITZ ET AL.) 29 septembre 1998 * colonne 4, ligne 30 - ligne 37; figure 5 *	1	
A	US 5 800 533 A (H.C. EGGLESTON ET AL.) 1 septembre 1998 * abrégé *	1	
A	US 5 026 396 A (J.J. DARIN) 25 juin 1991 * abrégé; figures 2,5 *	1	
A	US 5 674 282 A (J.S. CUMMING) 7 octobre 1997 * colonne 9, ligne 33 - ligne 56; figures 2,3 *	2	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
7 juin 1999		Wolf, C	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			